

BEST AVAILABLE COPY

/JP03/03976

日本国特許庁

28.03.03

Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2004 JAPAN PATENT OFFICE

10/500562

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月29日

出願番号

Application Number:

特願2002-096003

[ST.10/C]:

[JP2002-096003]

出願人

Applicant(s):

日本電気株式会社

REC'D 23 MAY 2003

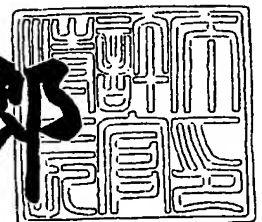
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3033423

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403166

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 亀井 俊男

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082935

【弁理士】

【氏名又は名称】 京本 直樹

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100082924

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 修一

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100085268

【弁理士】

【氏名又は名称】 河合 信明

【電話番号】 03-3454-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008279

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115699

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 顔メタデータ生成方法および顔メタデータ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成方法において、前記画像から複数の異なった局所領域を切り出し、

前記局所領域の各々に対して周波数特徴を抽出し、前記周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影し、

各局所領域の射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする顔メタデータ生成方法。

【請求項2】

前記周波数特徴として、離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を抽出することを特徴とする請求項1に記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項3】

前記周波数特徴として、離散コサイン変換、あるいは離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする請求項1に記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項4】

前記部分空間として、周波数特徴の主成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間を用いて、周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトルを計算することを特徴とする請求項1、2、または、3のいずれかに記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項5】

前記部分空間として、周波数特徴の独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間を用いて、周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする請求項1、2、または、3のいずれかに記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項6】

前記部分空間として、周波数特徴の判別分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間を用いて周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする請求項1、2、または、3のいずれかに記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項7】

前記局所領域として、各局所領域に対応する領域位置を前記画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出すことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の顔メタデータ生成方法。

【請求項8】

画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成装置において、前記画像から局所領域を切り出す領域切り出し手段と、

前記局所領域切り出し手段によって切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出手段と、

前記周波数抽出手段によって抽出された周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影するベクトル射影手段を、

少なくとも備え、複数の異なった局所領域毎に射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする顔メタデータ生成装置。

【請求項9】

前記周波数特徴抽出手段は、

離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を周波数特徴として抽出することを特徴とする請求項8に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項10】

前記周波数特徴抽出手段は、

離散コサイン変換、あるいは離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする請求項8に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項11】

前記ベクトル射影手段は、

周波数特徴の主成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定され

る部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトルを計算することを特徴とする請求項 8、9、または、10 に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項 12】

前記ベクトル射影手段は、

周波数特徴の独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする請求項 8、9、または、10 に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項 13】

前記ベクトル射影手段は、

周波数特徴の判別分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする請求項 8、9、または、10 に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項 14】

前記領域切り出し手段は、

各局所領域に対応する領域位置を前記画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出すことを特徴とする請求項 8～13 のいずれか一項に記載の顔メタデータ生成装置。

【請求項 15】

コンピュータに、画像の顔情報に関するメタデータを生成させるためのコンピュータプログラムにおいて、

前記画像から複数の異なった局所領域を切り出し、

前記局所領域の各々に対して周波数特徴を抽出し、

前記周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影し、

各局所領域の射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成するステップを有することを特徴とする顔メタデータ生成プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、顔同定や顔識別、顔の表情認識、顔による男女識別、顔による年齢判別等に利用可能な顔認識技術に関わり、特に静止画像や動画像に映されている顔情報に関するメタデータを生成するメタデータの生成装置、生成方法、生成プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

メタデータとは、一般に、データの意味を記述あるいは代表するデータのことであり、顔認識の場合には、主に静止顔画像や動画像などの顔データに関するデータを意味する。

【0003】

映像・画像や音声などのマルチメディアコンテンツに対するメタデータの標準化活動として、MPEG-7(Moving Pictures Experts Group-7)の活動が広く知られている。この中で顔認識に関するメタデータの記述子として、顔認識記述子が提案されている(A. Yamada他編, "MPEG-7 Visual part of eXperimental Model Version 9.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3914, 2001)。

【0004】

この顔認識記述子では、切り出して正規化した顔画像に対して、一般的に固有顔と呼ばれる部分空間法的一种を用いて、顔画像の特徴量を抽出するための基底行列を求め、この基底行列によって画像中から顔特徴量を抽出し、これをメタデータとする。また、この顔特徴量に対する類似度として重み付け絶対値距離を用いることを提案している。

【0005】

また、顔認識に関する技術には様々な方法があることが知られており、例えば、主成分分析(Moghaddam他, "Probabilistic Visual Learning for Object Detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 17, No. 7, pp. 696-710, 1997)、あるいは、判別分析(W. Zhao他, "Discri

minant Analysis of Principal Components for Face Recognition,” Proceedings of the IEEE Third International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 336-341, 1998)に基づく固有空間法による顔認識手法が知られている。また、独立成分分析を用いた顔同定方法もある(梅山他、“教師付き独立成分分析を用いた顔の同定について”, 電子情報通信学会, PRMU99-27, 1999)。

一方、特開平5-20442号公報や文献(赤松他、“濃淡画像マッチングによるロバストな正面顔の識別法-フーリエスペクトルのKL展開の応用-”, 電子情報通信学会論文誌, J76-D-II, No.7, pp. 1363-1373, 2001.)に記載されている顔画像照合技術では、顔画像のフーリエ周波数のパワースペクトラムに対して、主成分分析を行って得られる顔特徴量を用いて、顔照合を行う。フーリエ変換によって得られるパワースペクトルが、平行移動に対して不変な特徴量であるという性質を利用して、画像の画素を特徴ベクトルとして主成分分析する場合よりも、良好な結果を出している。

【0006】

また、局所的な画像領域に分割してテンプレートマッチングを行うことで、画像のマッチングを行う方法もある(斉藤、“ブロック投票処理による遮へいに頑強な点プレートマッチング”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J84-D-II, No.10, pp.2270-2279.)。この方法は局所領域毎にマッチングを行い、その評価値を局所領域毎に累積してマッチングの評価値を計算したり、あるいは局所領域の評価値を投票空間に投票することで画像のマッチングの評価値を計算する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の技術では、顔画像の全体に対して一様にサンプリングした画素値、あるいは画像全体のフーリエスペクトルを入力特徴として、主成分分析や独立成分分析等を行うために、画像上の一部で発生するマッチングの誤差(例えば、隠蔽等や顔の向きの変動などに起因するマッチングの誤差)が部分空間へのベクトルに波及してしまい、その結果、全体的な評価値が影響を受けて、照合精度が上がらないという問題があった。例えば、画素特徴を主成分分析

した場合に得られる基底ベクトルでは、そのベクトル要素が画素全体に係数に持つ場合が多く、射影後の特徴ベクトルが一部の領域の誤差に影響を受けるためである。

【0008】

一方、局所的な画像領域に分割するテンプレートマッチングでは隠蔽等を吸収してマッチングできるもの、ブロックのマッチングを行うための演算量が多く実用上問題であった。

【0009】

本発明は、前述のような従来技術の問題点に鑑み、記述長が短くて、マッチングの演算量が少なくでき、且つ、顔認識の精度を向上させることが可能な顔メタデータ生成技術を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成装置において、前記画像から局所領域を切り出す領域切り出し手段と、前記局所領域切り出し手段によって切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出手段と、前記周波数抽出手段によって抽出された周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影するベクトル射影手段を少なくとも備え、複数の異なった局所領域毎に射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする。

【0011】

前記周波数特徴抽出手段は、離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を周波数特徴として抽出することを特徴とする。あるいは、前記周波数特徴抽出手段は、離散コサイン変換、あるいは離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする。

【0012】

さらに、前記ベクトル射影手段は、周波数特徴の主成分分析、あるいは、判別分析、あるいは、独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトル

を計算することを特徴とする。

【0013】

また、前記領域切り出し手段は、各局所領域に対応する領域位置を前記画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出してもよい。

【0014】

上述した顔メタデータ生成装置によって抽出された顔メタデータは、高速で高精度の顔画像のマッチングを達成することが可能な記述長がコンパクトな顔メタデータとなる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の顔メタデータ生成装置を用いた顔画像マッチングシステムを示すブロック図である。

【0016】

以下、顔画像マッチングシステムについて詳細に説明する。

【0017】

図1に示すように、本発明による顔画像マッチングシステムでは、顔画像を入力する顔画像入力部11と、顔メタデータを生成する顔メタデータ生成部12と、抽出された顔メタデータを蓄積する顔メタデータ蓄積部13と、顔メタデータから顔の類似度を算出する顔類似度算出部14と、顔画像を蓄積する顔画像データベース15と、画像の登録要求・検索要求に応じて、画像の入力・メタデータの生成・メタデータの蓄積・顔類似度の算出の制御を行う制御部16と顔画像や他の情報を表示するディスプレイの表示部17と、が設けられている。

【0018】

また、顔メタデータ生成部12は、入力された顔画像から顔の局所領域を切り出す領域切り出し手段121と、切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出手段122と、周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを部分空間に射影し、特徴ベクトルを抽出するベクトル射影手段123によって構成され、複数の異なった局所領域毎に特徴ベクトルを抽出することで、顔メタデータを生

成する。

【0019】

顔画像の登録時には、スキャナあるいはビデオカメラなどの画像入力部11で顔写真等を顔の大きさや位置を合わせた上で入力する。あるいは、人物の顔を直接ビデオカメラなどから入力しても構わない。この場合には、前述のMohaddamの文献に示されているような顔検出技術を用いて、入力された画像の顔位置を検出し、顔画像の大きさ等を自動的に正規化の方がよいであろう。

【0020】

また、入力された顔画像は必要に応じて顔画像データベース15に登録する。顔画像登録と同時に、顔メタデータ生成部12によって顔メタデータを生成し、顔メタデータ蓄積部13に蓄積する。

【0021】

検索時には登録時と同様に顔画像入力部11によって顔画像を入力し、顔メタデータ生成部12にて顔メタデータを生成する。生成された顔メタデータは、一旦顔メタデータ蓄積部13に登録するか、または、直接に顔類似度算出部14へ送られる。

【0022】

検索では、予め入力された顔画像がデータベース中にあるかどうかを確認する場合(顔同定)には、顔メタデータ蓄積部13に登録されたデータのの一つ一つの類似度を算出する。最も類似度が高い結果に基づいて制御部16では、顔画像データベース15から、顔画像を選び、表示部17等に顔画像の表示を行い、検索画像と登録画像における顔の同一性を作業者が確認する。

【0023】

一方、予めID番号等で特定された顔画像と検索の顔画像が一致するかどうかを確認する場合(顔識別)では、特定されたID番号の顔画像と一致するか、否かを顔類似度算出部14にて計算し、予め決められた類似度よりも類似度が低い場合には、一致しないと判定し、類似度が高い場合には一致すると判定し、その結果を表示部17に表示する。このシステムを入室管理用に用いるならば、顔画像を表示する変わりに、制御部16から自動ドアに対して、その開閉制御信号を送

ることで、自動ドアの制御によって入室管理を行うことができる。

【0024】

上記のように、顔画像マッチングシステムは動作するが、このような動作はコンピュータシステム上で実現することもできる。例えば、次に詳述するようなメタデータ生成を実行するメタデータ生成プログラム及び類似度算出プログラムをそれぞれメモリに格納しておき、これらをプログラム制御プロセッサによってそれぞれ実行することで、顔画像マッチングを実現することができる。

【0025】

次に、この顔画像マッチングシステムの動作、特に顔メタデータ生成部12と顔類似度算出部14について、詳細に説明する。

【0026】

(1) 顔メタデータ生成

顔メタデータ生成部12では、位置と大きさを正規化した画像 $I(x,y)$ を用いて、顔特徴量を抽出する。位置と大きさの正規化は、例えば、目位置が(32,48)、(62,48)、サイズが 92×112 画素となるように画像を正規化しておくといよい。以下では、このサイズに画像が正規化されている場合について説明する。

【0027】

次に、領域切り出し手段121によって顔画像の予め設定した顔画像の複数の局所領域を切り出す。例えば、上記の画像を例えば、 $(x,y)=(15 \cdot i+8, 15 \cdot j+10)$ ($i=0,1,2,\dots,5; j=0,1,2,\dots,6$)の等間隔の点を中心とする 16×16 画素の35(=M)個の局所領域に切り出すとする。まずは、この中の一つの領域 $(i,j)=(0,0)$ の局所領域 $s(x,y)$ を領域切り出し手段121によって切り出す。

【0028】

前述した局所領域の切り出しでは、予め決められた位置で局所領域を切り出しているが、顔の部品(目や鼻、口、眉)の部分領域に分割しておき、その部分領域を検出することによって、各局所領域に対応する領域位置を顔画像の中から探索し、切り出し位置の補正を行った後に、局所領域を切り出すことで、顔の向きによる部品の位置ずれを補正し、より安定した顔特徴量を抽出することが可能となる。例えば、入力画像の平均から計算した平均顔を用いて局所領域のテンプレー

トを作成し、そのテンプレートをテンプレート探索の基準位置(平均顔における位置でよい)の周辺で探索し、そのマッチングする位置に基づいて切り出し位置を補正してから、局所領域(顔の部品領域)を切り出す。この際のテンプレートマッチングでは、正規化相関法等を用いる。

【0029】

ここでは、テンプレートは顔の部品ということで説明したが、前述したような均等なサンプリングによって局所領域を定義しておいてもよい。

【0030】

このように顔の部品等をテンプレートとして持っておき、テンプレートの位置を補正することで、全体的な顔の位置合わせだけでは補正しきれない、姿勢の変動等によって生じる局所領域(顔部品)の位置ずれを補正した上で顔の局所特徴量を抽出すると、出力される局所領域の特徴量を安定化させることができ、照合精度を向上させることができる。

【0031】

この他にも顔の部品検出については、例えば、特開平10-307923号公報に開示されている顔部品の抽出技術を用いて、顔の部品を抽出することも可能である。

【0032】

次に、周波数特徴抽出手段122では、切り出された局所領域 $s(x,y)$ を2次元の離散フーリエ変換によって、フーリエ変換し、得られるフーリエパワースペクトラム $S(u,v)$ のパワー $|S(u,v)|$ を計算する。なお、2次元画像の離散フーリエ変換によってフーリエパワースペクトラム $S(u,v)$ を求める計算方法は、広く知られており、例えば、文献(Rosenfeldら、"デジタル画像処理"、pp.20-26,近代科学社)に述べられているので、ここでは説明を省略する。

【0033】

このようにして得られる二次元のフーリエパワースペクトル $|S(u,v)|$ は2次元の実成分のみの画像を変換しているので、得られるフーリエ周波数成分は対称なものとなる。このため、パワースペクトル $|S(u,v)|$ は $u=0,1,\dots,15$; $v=0,1,\dots,15$ の256個の成分を持つが、その半分の成分 $u=0,1,\dots,15$; $v=0,1,\dots,7$ の128個の成分と、残りの半分の $u=0,1,\dots,15$; $v=8,9,\dots,15$ は実質的に同等な成分と

なる。周波数特徴抽出手段 122 では、照明変動の影響を受けやすい直流成分の $|S(0,0)|$ を除外して、前半の 127 個のパワースペクトルを周波数特徴として、抽出する。

【0034】

フーリエ変換の代わりに離散コサイン変換あるいは離散サイン変換を用いて、その展開係数を周波数特徴を抽出しても、構わない。離散コサイン変換の場合には、画像の原点座標を画像中心におくように変換を行うことで、特に顔の非対称成分(特に左右の非対称成分)を抽出しないように、特徴量を抽出することができる。但し、離散コサイン変換や離散サイン変換の場合には必ずしもフーリエパワーのような並進不変性が保たれるわけではないので、予めしておく位置合わせの精度が結果に影響を与えやすくなるので、注意が必要である。

【0035】

次に、ベクトル射影手段 123 では、周波数特徴として抽出された 127 個の特徴量をベクトルとして取り扱う。予め規定しておく部分空間は、学習用の顔画像セットを用意し、対応する切り出し領域の周波数特徴ベクトルの主成分分析によって得られる基底ベクトル(固有ベクトル)によって定める。この基底ベクトルの求め方については、前述の Moghaddam の文献や特開平 5-20442 号公報をはじめとして様々は文献で説明されている一般的に広く知られた方法であるので、ここでは説明を省略する。基底ベクトルは固有値が大きい順番に N 個の成分(第 1 主成分から第 N 主成分)を用いるとする。 N としては 5 個程度で十分であり、もともと 256 個の特徴次元を 50 分の 1 程度に圧縮することができる。これは主成分分析(KL 展開)による次元圧縮の効果が高いため、顔特徴をコンパクトな特徴として記述することが可能となる。この N 個の基底ベクトルによって特徴空間としての部分空間を特定する。但し、基底ベクトルは単位ベクトルに正規化したものではなく、固有ベクトルに対応する固有値によって、その成分を正規化したベクトルを用いるものとする。

【0036】

つまり、正規直交基底である基底ベクトルを要素とする行列を U として、その要素である長さ 1 の単位ベクトルとなる基底ベクトル U_k の各成分を対応する固

有値 λ_k の平方根によって除算しておく。このように予め基底ベクトルを変換しておくことで、後述の照合時におけるマハラノビス距離を用いたマッチング演算の演算量を削減することができる。

【0037】

このことをより詳しく説明する。二つの周波数特徴ベクトル x_1 と x_2 を正規直交基底の行列 U によって部分空間へ射影して得られるベクトル y_1 と y_2 があるとする、 $y_1 = Ux_1$ 、 $y_2 = Ux_2$ となるが、マハラノビス距離によって二つのパターン間の距離を測る場合には、

【0038】

$$\begin{aligned} d(y_1, y_2) &= \sum_{k=1}^N |y_{1,k} - y_{2,k}|^2 / \lambda_k \\ &= \sum_{k=1}^N |y_{1,k} / \lambda_k^{1/2} - y_{2,k} / \lambda_k^{1/2}|^2 \\ &= \sum_{k=1}^N |U_k x_1 / \lambda_k^{1/2} - U_k x_2 / \lambda_k^{1/2}|^2 \end{aligned} \quad (1)$$

となる。

【0039】

つまり、予め固有値で除した基底ベクトル $U_k / \lambda_k^{1/2}$ を基底ベクトルとして用いると、この行列を用いて射影されたベクトル $y_1' = (U_k / \lambda_k^{1/2}) x_1$ と $y_2' = (U_k / \lambda_k^{1/2}) x_2$ の二乗距離はマハラノビス距離となるので、演算量を削減することができる。なお、従来部分空間への射影を求める際に平均ベクトルを引く操作を行うことが多いが、二乗距離等の距離によって類似度を計算する場合には単に特徴ベクトルの原点移動に過ぎないので、平均ベクトルを引いても、引かなくとも、特徴ベクトル間で統一がとれていればどちらでも構わない。

【0040】

このようにして、ベクトル射影手段123によって $N(=5)$ 次元の部分空間に射影された特徴ベクトルを抽出することができる。このように主成分分析では少ない次元数でオリジナルの画像の特徴をコンパクトに近似表現でき、少ない次元数で特徴量を表現することで、メタデータの記述長の削減やマッチングの高速化を図ることができる。

【0041】

また、以上の説明では、主成分分析によって部分空間に周波数ベクトルを射影

し、特徴量を抽出する場合について述べたが、前述のZhaoの文献のように判別分析を利用して、特徴成分の基底ベクトルを選択しても良い。この場合も前述と同様に判別分析によって、5個の基底ベクトルを選択して、主成分分析の場合と同様にベクトルを部分空間に射影する。学習データセットが十分にある場合には、判別分析の場合の方が、主成分分析よりも精度が良いので、学習セットが十分に集められる場合には、判別分析を用いた方がよい。なお、基底ベクトルの選び方については、前述のZhaoの文献他広く知られている方法であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

【0042】

同様に、非直交系の部分基底を選ぶ方法として独立成分分析を適用して、基底ベクトルを選択してもよい。独立成分分析によって基底ベクトルを選んだ場合には、基底ベクトルが非直交基底となるが、この場合でも、同様に選んだ部分空間に周波数特徴ベクトルを射影して構わない。独立成分分析についても、広く知られた方法であり、例えば、前述梅山らの文献に開示されており、ここでは詳細な説明を省略する。

【0043】

判別分析や独立成分分析によって、部分空間を選択した場合には主成分分析の場合の固有値 λ_k に相当する値を別途計算する。これは、学習セットにおいて部分空間へ射影した後の特徴ベクトルを用いて、その分散を各特徴ベクトルの要素毎に計算しておけばよい。この際、同一と見做すべき人物の間の要素の差からクラス内分散(観測誤差の分散に相当)を求める方が、要素の学習セット全体における分散(パターンの分散に相当)を用いる場合よりも性能がよいので、クラス内分散を用いて、基底行列 U を正規化しておくことが望ましい。

【0044】

このような操作を各局所領域 $s(x,y)$ 毎に行うことで、 $N(=5)$ 個の要素を持つ $M(=35)$ 個のベクトルの特徴量を得ることができる。この特徴ベクトルを入力された顔画像に対する顔メタデータとして、顔メタデータ生成部12で出力する。

【0045】

前述したように、上記顔メタデータ生成手順をコンピュータプログラムによっ

てコンピュータに実行させることもできる。

【0046】

(2) 顔類似度算出

次に顔類似度算出部14の動作について説明する。

【0047】

顔類似度算出部14では、二つの顔メタデータから得られるそれぞれM個のN次元特徴ベクトル $\{y_1^i\}$ 、 $\{y_2^i\}$ ($i=1,2,\dots,M$)を用いて、二つの顔の間の類似度 $d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\})$ を算出する。

【0048】

例えば、

$$d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\}) = \sum_{i=1}^M w_i (\sum_{k=1}^N |y_{1,k}^i - y_{2,k}^i|^2) \quad (2)$$

の二乗距離によって類似度を算出する。

【0049】

この場合の距離は、基底行列が予め固有値によって正規化してあるので、前述の通りマハラノビス距離となっている。また、

【0050】

$$d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\}) = \sum_{i=1}^M (w_i y_1 \cdot y_2 / |y_1| |y_2|) \quad (3)$$

の比較する各特徴ベクトルのなす余弦の線形和によって類似度を算出してもよい。

【0051】

ここで w_i は、各局所領域毎の重み係数である。この係数は、例えば、予め用意した学習セットの中で同一と見做すべき顔画像における各局所領域*i*毎の特徴ベクトルの間の類似度(マハラノビス距離あるいはベクトルの余弦)の平均を μ_i としたときに、この逆数 $1/\mu_i$ を重み係数 w_i として用いればよい。

【0052】

このように各領域毎に重み付けすることで、不安定な局所領域(μ_i が大きな局所領域)に対しては小さな重み w_i が与えられ、有効な局所領域ほど重要な特徴量として大きな重み w_i で評価することができる。各局所領域に信頼性の重み付けすることによって、精度の良い照合が可能となる。

【0053】

なお、距離を用いた場合には値が大きいほど類似度は小さいこと(顔が似ていない)を意味し、余弦を用いた場合には値が大きいほど類似度が大きいこと(顔が似ている)を意味する。

【0054】

ここまでの説明では、一枚の顔画像が登録され、一枚の顔画像を用いて検索する場合について説明したが、一人の顔に対して複数の画像が登録され、一枚の顔画像を用いて検索する場合には、例えば、登録側の複数の顔メタデータをそれぞれ、類似度の算出をすればよい。

【0055】

同様に1つの顔当たりの複数枚の画像登録と複数画像による検索の場合も、各組み合わせの類似度の平均や最小値を求めることで、類似度を算出することで、一つの顔データに対する類似度を算出することができる。これは、動画画像を複数画像と見做すことで、本発明のマッチングシステムを動画画像における顔認識に対しても適用できることを意味する。

【0056】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、顔画像を複数の局所領域に切り出し、その切り出した領域のフーリエ周波数スペクトル等の周波数特徴を抽出し、その抽出された特徴量を主成分分析や独立成分分析等の方法により部分空間に射影して得られる特徴ベクトルを顔メタデータとすることで、コンパクトな記述長を持ち、且つ、部分的な位置変動に対して安定な特性を持つ顔メタデータを生成することが可能となる。このような顔メタデータを用いることで、高速・高精度な顔認識が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

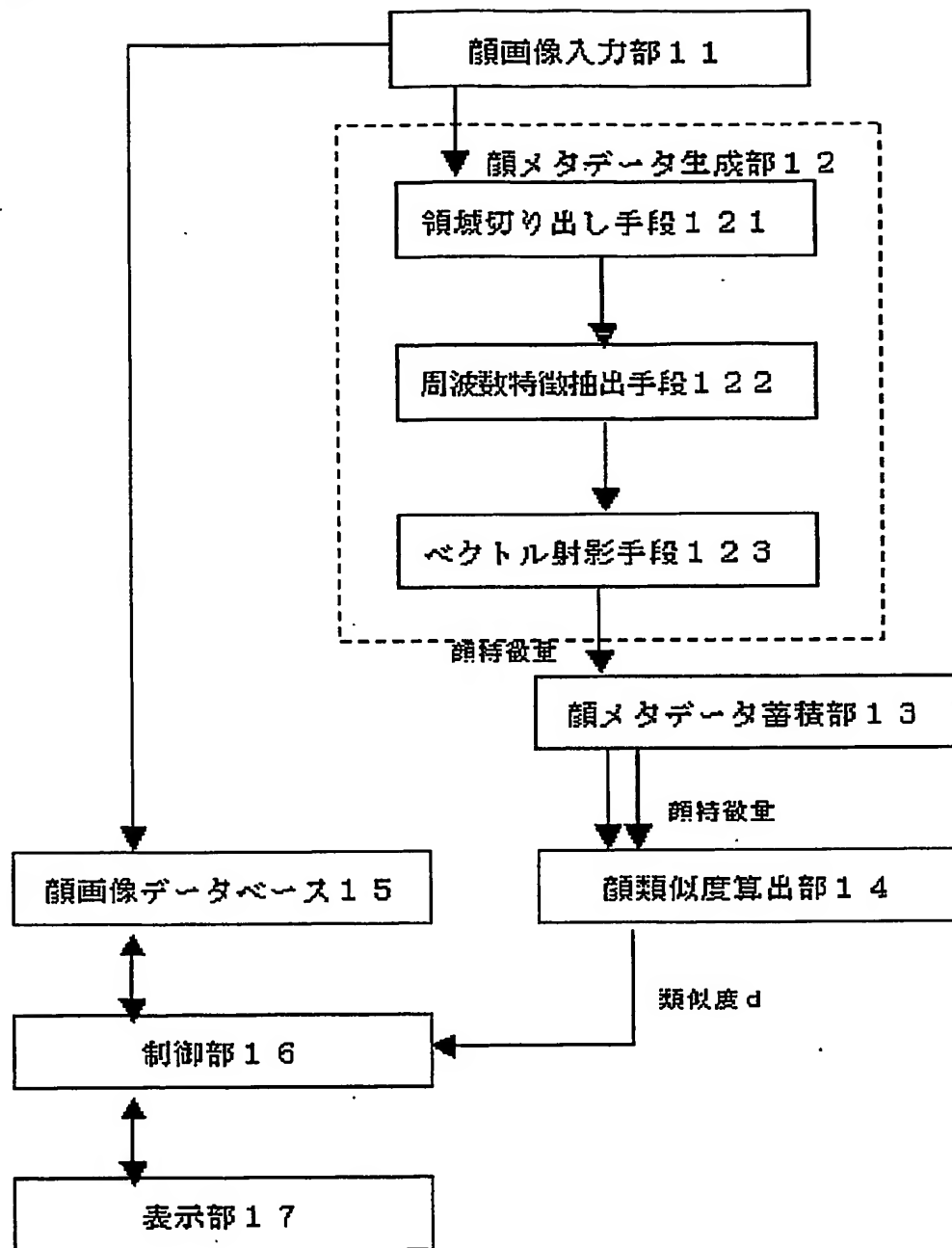
本発明の第1の実施形態による顔画像マッチングシステムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 11: 顔画像入力部
- 12: 顔メタデータ生成部
- 13: 顔メタデータ蓄積部
- 14: 顔類似度算出部
- 15: 顔画像データベース
- 16: 制御部
- 17: 表示部
- 121: 領域切り出し手段
- 122: 周波数特徴抽出手段
- 123: ベクトル射影手段

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記述長がコンパクトで、且つ、局所的な誤差の影響を受けにくい顔認識のための顔特徴量を抽出するための顔メタデータ生成技術を提供する。

【解決手段】 領域切り出し手段 1 2 1 により、顔画像の局所領域を切り出し、その局所領域における周波数スペクトルを周波数特徴特徴抽出手段 1 2 2 により抽出し、ベクトル射影手段 1 2 3 によって得られた周波数特徴を部分空間に射影することで、その局所領域の顔特徴を抽出する。この顔特徴を切り出し位置を変えた複数の局所領域に対して抽出し顔メタデータとして生成する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-096003
受付番号	50200458290
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成14年 4月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 3月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.